ملخص الفصل الأول : الدعامة والحركة في الكائنات الحية

أولا : الدعامة في النبات :

الدعامة الفسيولوجية	الدعامة التركيبية
١- تشمل الخلية ككل ٢- مؤقتة	١- تشمل جدر الخلايا ٢- دائمة
٣- تنشأ من انتفاخ الخلايا نتيجة دخول الماء إلى الفجوات العصارية بالخاصية الاسموزية فتكبر الفجوات العصارية ويزداد حجمها وتضغط على البروتوبلازم ويدفعه نحو الأغشية والجدر فيتمدد ويقوى ويدعم الخلية	٣- تنشأ من ترسيب بعض المواد الصلبة في جدر خلايا النبات خاصة الخلايا الخارجية (البشرة) للحفاظ على أنسجة النبات الداخلية وتقليل فقد الماء منها .
أمثلة :- - انتفاخ البذور عند وضعها في ماء نتيجة كبر حجم خلاياها - انكماش البذور والثمار الغضة ويزول انتفاخها بسبب فقد خلاياها للماء . - ذبول أوراق وسوق النباتات العشبية عند جفافها وعند ريها تستقيم . س١ علل : الدعامة الفسيولوجية دعامة مؤقتة بينما الدعامة التركيبية دعامة دائمة.	أمثلة :- - ترسيب مادة الكيوتين الغير منفذه للماء على خلايا البشرة - يحيط النبات نفسه بطبقة من خلايا الفلين غير المنفذة للماء يترسب بها مادة السيوبرين . - ترسيب مادة السليلوز أو اللجنين على جدر الخلايا فتزيدها صلابة وقوة - الخلايا التي يتم تدعيمها مثل :- * الخلايا الكولنشيمية * الخلايا الاسكلرنشيمية (الألياف والخلايا الحجرية) - موقع هذه الخلايا وتجمعها وانتشارها يدعم النبات

ثانيا : الدعامة في الإنسان :

يتكون الهيكل العظمى في الانسان من ٢٠٦ عظمة

(أ) الهيكل العظمي المحوري : يتكون من :

(١) العمود الفقري : يتكون من ٣٣ فقرة مختلفة في الشكل تبعا لمكانها

أ- ٧ فقرات عنقية : متوسطة الحجم – متمفصلة

ب- ١٢ فقرة ظهرية (صدرية) : أكبر حجما من الفقرات العنقية – متمفصلة

ج- ٥ فقرات قطنية (بطنية): أكبر الفقرات حجما - متمفصلة تواجه تجويف البطن

د- ٥ فقرات عجزية : عريضة ومفلطحة وملتحمة معا .

ه- ٤ فقرات عصعصية : صغيرة الحجم وتلتحم معا

	الفقرة رقم ٢٠	الفقرة رقم ٣٠
المكان	فقرة قطنية	فقرة عصعصية
الحجم	أكبر الفقرات	أصغر الفقرات
التمفصل	متمفصلة	ملتحمة

جسم الفقرة
قناة عصبية
نتوء مستعرض
نتوء مفصلي أمامي
نتوء مفصلي خلفي
نتوء شوكي

الفقرة العظمية

أهمية العمود الفقري :

١- يعمل كدعامة رئيسية للجسم ٢- حماية الحبل الشوكي

٣- يساعد في حركة الرأس والنصف العلوي من الجسم

تركيب الفقرة : كما بالرسم

س٢- علل : وجود قناة عصبية فى الفقرات - يمتد بداخلها الحبل الشوكي لحمايته

س٣- علل : فقرات العمود الفقارى منفصلة - لكي تسمح بانثناء الجسم ويسهل من حركته

(٢) الجمجمة : - علبة عظمية تتكون من :-

- جزء خلفى (الجزء المخى) : يتكون من ٨ عظام تتصل ببعضها عند أطرافها المسننة اتصالا متينا .

- الثقب الكبير : يوجد بمؤخرة الجزء المخي من الجمجمة ، يتصل من خلاله المخ بالحبل الشوكي

س٤ - اذكر مكان ووظيفة : الثقب الكبير

- جزء أمامى (الجزء الوجهى) : يشمل عظام الوجه والفكين ومواضع أعضاء الحس (الأذنان- العينان- الأنف).

الضلع : عظمة مقوسة تنحني إلى أسفل وتتصل من الخلف بجسم الفقرة ونتوءها المستعرض

(٣) القفص الصدري : يتكون من :-

- ١٢ فقرة ظهرية (صدرية) من الخلف يخرج منها ١٢ زوجا من الضلوع.
- عظمة القص من الأمام وهى عظمة مفلطحة ومدببة من أسفل وجزؤها السفلى غضروفي
- يتصل بعظمة القص ١٠ أزواج من الضلوع ، أما الزوجان الآخران فهما قصيران ولا يتصلان بعظمة القص وتسمى "الضلوع العائمة"
- أهمية الضلوع : تلعب دورا هاما في إتمام عمليتي الشهيق والزفير حيث تؤدى حركة الضلوع إلى الأمام والجانبين إلى اتساع التجويف الصدري فيحدث الشهيق (والعكس في الزفير)
- أهمية القفص الصدري : حماية القلب والرئتين

(ب) الهيكل العظمي الطرفي : يتكون من :

(١) الحزام الصدري والحزام الحوضي :

الحزام الحوضي	الحزام الصدري
- يتركب الحزام الحوضي من نصفين متماثلين يلتحمان في الناحية البطنية في منطقة تسمى الأرتفاق العاني - يتركب كل نصف من :- - الحرقفة :عظمة ظهرية تتصل من الناحية الأمامية البطنية بعظمة العانة ومن الناحية الخلفية البطنية بعظمة الورك - التجويف الحقي : تجويف عميق يوجد عند اتصال الحرقفة بالورك تستقر فيه رأس عظمة الفخذ .	- يتركب الحزام الصدري من نصفين متماثلين - يتركب كل نصف من : - لوح الكتف :عظمة مثلثة الشكل طرفها الداخلي عريض والخارجي مدبب - الترقوة : عظمة باطنية رفيعة تتصل بنتوء ممتد من لوح الكتف - التجويف الأروح : يوجد عند الطرف المدبب الخارجي لعظمة لوح الكتف الذي يستقر فيه رأس عظمة العضد مكونا المفصل الكتفي

س٥- اذكر مكان ووظيفة كل من :
- التجويف الأروح
- التجويف الحقى
- الأرتفاق العاني
- لوح الكتف
- الترقوة

س٦- قارن بين :
- التجويف الأروح والتجويف الحقي من حيث المكان والأهمية

عظام الحرقفة
الارتفاق العاني
التجويف الحقي
عظام الورك
عظام العانة
عظام الحوض

	التجويف الأروح	التجويف الحقي
المكان	يوجد عند الطرف الخارجي المدبب لعظمة لوح الكتف في الحزام الصدري	يوجد عند اتصال الحرقفة بالورك في الحزام الحوضي
الأهمية	يستقر فيه رأس عظمة العضد مكونا المفصل الكتفي	تستقر فيه رأس عظمة الفخذ

س٧- علل : وجود التجويف الأروح فى عظام الحزام الصدري

س٨- علل : وجود التجويف الحقي في عظام الحزام الحوضي

(٢) الطرفان العلويان والطرفان السفليان :

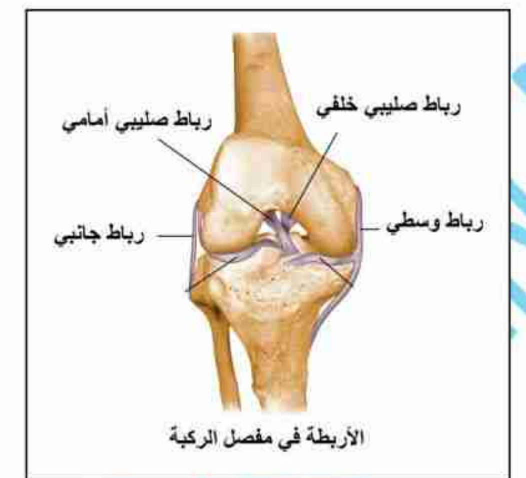
الطرفان السفليان	الطرفان العلويان
١- الفخذ : يوجد بأسفلها نتوءان يتصلان بالساق عند مفصل الركبة ومن أعلى تتحرك داخل التجويف الحقي ٢- الساق : تتكون من عظمتين الداخلية تسمى القصبة والخارجية تسمى الشظية - الرضفة : عظمة صغيرة ، مستديرة توجد أمام مفصل الركبة (لحماية مفصل الركبة) ٣- العرقوب : يتكون من (٧) عظام أكبرها الخلفية وتسمى الكعب ٤- القدم : يتكون من (٥) أمشاط رفيعة وطويلة تؤدي إلى (٥) أصابع (كل منها يتكون من (٣) سلاميات عدا الإبهام يتكون من سلاميتين)	١- العضد : يلي لوح الكتف ويتمفصل معه (يتحرك داخل التجويف الأروح) ٢- الساعد : عظمتان هما الكعبرة والزند (الكعبرة أصغر حجما) - يوجد بالطرف العلوي للزند تجويف يستقر فيه النتوء الداخلي للعضد - تتحرك الكعبرة حركة نصف دائرية حول الزند الثابت . ٣- الرسغ :- يتكون من (٨) عظام في صفين ، يتصل طرفها العلوي بالطرف السفلي للكعبرة ، ويتصل طرفها السفلي بعظام راحة اليد . ٤- راحة اليد :- (٥) أمشاط رفيعة مستطيلة تؤدي إلى (٥) أصابع (كل منها يتكون من ٣ سلاميات عدا الإبهام يتكون من سلاميتين)

مكونات اخري للجهاز الهيكلي

(أ) الغضاريف :
أنسجة ضامة تتكون من خلايا غضروفية - توجد غالبا عند أطراف العظام وخاصة عند المفاصل وبين فقرات العمود الفقري (علل)
- لكى تحمى العظام من التأكل نتيجة احتكاكها المستمر
- تشكل الغضاريف بعض أجزاء الجسم مثل : الاذن – الأنف – الشعب الهوائية للرئتين
- لاتحتوي الغضاريف على أوعية دموية لذا تحصل على الغذاء والأكسجين من خلايا العظام بالإنتشار

(ب) المفاصل : س٩- قارن بين أنواع المفاصل الليفية والغضروفية والزلالية

المفاصل الليفية	المفاصل الغضروفية	المفاصل الزلالية
- تلتحم العظام عند هذه المفاصل بواسطة أنسجة ليفية ومع تقدم العمر يتحول النسيج الليفي الى نسيج عظمي	- مفاصل تربط بين نهايات بعض العظام المتجاورة	- يغطى سطح العظام المتلامسة في المفاصل بطبقة رقيقة من مادة غضروفية شفافة وملساء مما يسمح بحركة العظام بسهولة وبأقل احتكاك - هى من المفاصل المرنة التى تتحمل الصدمات - تحتوى هذه المفاصل على سائل مصلي أو زلالي تسهل من انزلاق الغضاريف التى تكسو أطراف العظام
- لا تسمح بالحركة - مثال : المفاصل تربط عظام الجمجمة ببعضها من خلال أطرافها المسننة	- تسمح بحركة محدودة جدا - مثال : المفاصل الغضروفية التى توجد بين فقرات العمود الفقري	- مفاصل محدودة الحركة : تسمح بحركة أحد العظام في اتجاه واحد فقط مثال : مفصل الكوع ومفصل الركبة - مفاصل واسعة الحركة : تسمح بحركة العظام في اتجاهات مختلفة مثل مثل : مفصل الكتف ومفصل الفخذ



الأربطة في مفصل الركبة

(ج) الأربطة :
- حزم منفصلة من النسيج الضام الليفي تعمل على : -
- ربط العظام ببعضها عند المفاصل
- تحديد حركة المفاصل في الاتجاهات المختلفة

س١٠- ما الملائمة الوظيفية للأربطة ؟
١- تتميز ألياف الأربطة بمتانتها القوية
٢- جود درجة من المرونة تسمح بزيادة طولها قليلا حتى لا تنقطع في حالة تعرض المفصل لضغط خارجي
- عند حدوث التواء في بعض المفاصل يحدث تمزق للأربطة كما في الرباط الصليبي في مفصل الركبة



وتر أخيل

(د) الأوتار :
- نسيج ضام قوى يعمل على ربط العضلات بالعظام عند المفاصل ، بما يسمح للحركة عند انقباض وانبساط العضلات
مثال : وتر أخيل الذي يصل العضلة التوأمية (عضلة بطن الساق) بعظمة الكعب

حالة تمزق وتر أخيل :
الأسباب : - بذل مجهود عنيف - تقلص العضلات المفاجئ - انعدام المرونة في العضلات
الأعراض : - عدم القدرة على المشى - ثقل في حركة القدم - الام حادة
العلاج : - في حالة التمزق الجزئي :- يعالج بالأدوية المضادة للالتهابات - الأدوية المسكنة للألام - استخدام جبيرة طبية
- في حالة التمزق الكامل :- يعالج بالتدخل الجراحي

الحركة في الكائنات الحية

الحركة : ظاهرة تميز جميع الكائنات الحية وتنشأ الحركة ذاتيا نتيجة الإثارة وتكون الاستجابة سلبا أو إيجابا

بعض أنواع الحركة في الكائنات الحية :

نوع الحركة	التفسير
حركة دائبة	حركة السيتوبلازم داخل الخلايا
حركة موضعية	حركة بعض أعضاء الجسم - مثل : الحركة الدودية لأمعاء الفقاريات
حركة كلية	الانتقال من مكان إلى أخر بهدف : - البحث عن الغذاء - السعي وراء الجنس الآخر- تلافي مخاطر البيئة. س١١- علل : يتميز الحيوان بالحركة الكلية

- تؤدي الحركة في الحيوان إلى زيادة انتشاره، وكلما كانت وسائل الحركة قوية وسريعة اتسعت دائرة انتشار الحيوان .
- حركة الحيوان تحتاج إلى مرتكز للعضلات يكون في صورة دعامة خارجية (في المفصليات) أو دعامة داخلية (في الفقاريات)

أنواع الهيكل الداخلي : أ- غضروفي : مثال الأسماك الغضروفية . ب- عظمي : مثال الأسماك العظمية .

- يتكون الهيكل في الفقاريات من قطع تتصل مفصليا بصورة تتيح الحركة .

أولا : الحركة في النبات :

نوع الحركة	التفسير
١- حركة اللمس	تتدلى أوراق المستحية عند لمسها
٢- حركة النوم	تقارب وريقات بعض النباتات (المستحية – بعض البقوليات) في الظلام وانبساطها في الضوء
٣- حركة الانتحاء	استجابة أجزاء النبات لمؤثرات خارجية (الضوء – الجاذبية – الرطوبة)
٤- الحركة الدورانية السيتوبلازمية	- ينساب السيتوبلازم في حركة دورانية داخل الخلية في اتجاه واحد وبصفة مستمرة - يمكننا رؤية حركة السيتوبلازم في خلايا نبات الايلوديا ويستدل على هذه الحركة من حركة البلاستيدات الخضراء - يتم من خلال حركة السيتوبلازم توزيع المواد المختلفة إلى جميع أجزاء الخلية .

٥- حركة الشد

نوع الحركة	أ- حركة الشد بالمحاليق	ب- حركة الشد بالجذور
التفسير	- يدور المحلاق حتى يلامس جسم صلب فيلتف حوله. * يتموج باقي المحلاق في حركة لولبية فيشد الساق نحو الدعامة فيستقيم رأسيا. * يتغلظ المحلاق بتكوين أنسجة دعامية فيقوى ويشتد * سبب التفاف المحلاق حول الدعامة هو بطء نمو المنطقة الملامسة للدعامة وزيادة نمو المنطقة البعيدة عن الدعامة ويرجع ذلك إلى اختلاف تركيز الاوكسينات على الجانبين. * إذا لم يجد المحلاق ما يلتصق به يذبل ويموت	- توجد الجذور الشادة أسفل الكورمات والأبصال * عندما تتقلص هذه الجذور فإنها تسحب الكورمة أو البصلة إلى أسفل وتهبط إلى المستوى الطبيعي الملائم من سطح التربة ليزيد من تدعيمها وتأمين الأجزاء الهوائية ضد الرياح
أمثلة	البازلاء – العنب	الأبصال – الكورمات (القلقاس)

س١٢- علل : التفاف المحلاق حول الدعامة

- سبب التفاف المحلاق حول الدعامة هو بطء نمو المنطقة الملامسة للدعامة وزيادة نمو المنطقة البعيدة عن الدعامة ويرجع ذلك إلى اختلاف تركيز الاوكسينات على الجانبين.

س١٣- علل : تتميز النباتات المتسلقة بوجود محاليق .

- لأن النباتات المتسلقة تخلو أنسجتها من الأنسجة الدعامية فلا يستقيم النبات رأسيا لأعلي إلا بمساعدة المحلاق الذي ينمو في الهواء فإذا وجد جسما صلبا فيلتف حولها ويتقلص باقي المحلاق فيجذب النبات المتسلق نفسه جهة الدعامة فيستقيم رأسيا وينمو لأعلي.

س١٤- علل : هبوط الكورمات والأبصال إلى مستوى مناسب تحت سطح التربة

- لحماية السوق الأرضية (الكورمات والأبصال) وتدعيم الأجزاء الهوائية ضد الرياح

ثانيا : الحركة في الإنسان : - تعتمد الحركة على ثلاثة أجهزة هم:

١- **الجهاز الهيكلي** : يشكل مكان اتصال مناسب للعضلات - يعمل كدعامة للأطراف المتحركة - تلعب المفاصل دوراً هاماً في حركة أجزاء الجسم المختلفة.

٢- **الجهاز العصبي** : يعطي الأوامر في شكل سيالات عصبية للعضلات لكي تنقبض أو تنبسط.

٣- **الجهاز العضلي** : يشمل: - العضلات الإرادية (الهيكلية أو المخططة) وهي معظم عضلات الجسم.
- العضلات اللاإرادية كالعضلات الملساء وعضلة القلب.

الجهاز العضلي : مجموعة من العضلات التي بواسطتها يمكن تحريك أجزاء الجسم المختلفة. (حوالي٦٢٠ عضلة أو أكثر)

العضلات: مجموعة من الأنسجة العضلية تساعد الجسم على القيام بحركاته الميكانيكية والتنقل من مكان لآخر

وظائف العضلات:

١- الحركة (تغير وضع عضو معين بالنسبة لبقية الجسم). ٢- الانتقال من مكان على آخر.

٣- استمرار تحرك الدم في الأوعية الدموية والمحافظة على ضغط الدم داخل الأوعية الدموية عن طريق انقباض العضلات الملساء (اللاإرادية) الموجودة في جدران الأوعية الدموية.

٤- المحافظة على توازن الجسم أثناء الجلوس أو الوقوف وذلك بفضل عضلات الرقبة والجذع والأطراف السفلية.

س١٥- علل : اتزان الرأس على الجسم - وذلك بفضل انقباض عضلات الرقبة

س١٦- علل : الدم في حركة مستمرة داخل الأوعية الدموية

- وذلك بفضل انقباض العضلات الملساء (اللاإرادية) الموجودة في جدران الأوعية الدموية

تركيب العضلة: العضلة ⟵ حزم عضلية ⟵ ألياف عضلية

تتكون الليفة العضلية من:

١- البروتوبلازم (المادة الحية). ٢- السيتوبلازم يسمى الساركوبلازم.

٣- غشاء الخلية يسمى ساركوليما. ٤- عدد كبير من الأنوية.

٥- لليفات عضلية (من ١٠٠٠ : ٢٠٠٠) مرتبة طولياً وموازية للمحور الطولي للعضلة وهي نوعان من الخيوط البروتينية :

- **الأكتين** : خيوط بروتينية رفيعة **الميوسين** : خيوط بروتينية سميكة

س١٧- علل : العضلات الهيكلية والقلبية مخططة والعضلات الملساء غير مخططة

* تناوب المناطق الداكنة مع المناطق المضيئة تظهر في العضلات الهيكلية والعضلات القلبية لذا تسمى بالعضلات المخططة , ولا توجد هذه المناطق في العضلات الملساء لذا تسمى بالعضلات غير المخططة

منطقة مضيئة I
منطقة شبه مضيئة H
خط Z
A منطقة داكنة
القطعة العضلية

- **القطعة العضلية** : المسافة بين كل خطين متتاليين (Z) الموجودة في منتصف المناطق المضيئة.

أنواع العضلات : كما بالجدول المقابل

عضلات هيكلية	عضلات قلبية	عضلات ملساء
ارادية	لا ارادية	لا ارادية
مخططة	مخططة	غير مخططة
عضلات الذراعين والرجلين	عضلات القلب	عضلات الأوعية الدموية

الانقباض العضلي " في العضلات الهيكلية الإرادية "

١- يحمل السطح الخارجي لغشاء الليفة العضلية شحنة موجبة ويحمل السطح الداخلي لغشاء الليفة العضلية شحنة سالبة، ينشأ عن ذلك فرق في الجهد نتيجة الفرق في تركيز الأيونات بين السطح الخارجي والداخلي لغشاء الليفة العضلية.

٢- يوجد تشابك عصبي بين التفرعات النهائية للخلايا العصبية وغشاء الليفة العضلية.

٣- تحتوي النهايات العصبية للخلايا العصبية على حويصلات بها النواقل العصبية مثل الاستيل كولين.

المنطقة	التفسير	حالتها أثناء الانقباض
المضيئة (I)	تنشأ من تراكم خيوط الأكتين معا وينصفها خط داكن (Z)	يقل حجمها
الداكنة (المعتمة) (A)	تنشأ من تراكم خيوط الأكتين ,والميوسين معا ويتوسطها منطقة شبه مضيئة	لا يتغير حجمها
شبه المضيئة (H)	تنشأ من تراكم خيوط الميوسين معا	تختفي

٤- عند وصول السيال العصبي إلى هذه الحويصلات, تقوم أيونات الكالسيوم بتحرير النواقل العصبية (الاستيل كولين) من حويصلات التشابك.

٥- تصل النواقل العصبية إلى سطح الليفة العضلية الإرادية مسببة تلاشي فرق الجهد على سطحي غشاء الليفة العضلية وانعكاسها (إزالة الاستقطاب) ويصبح السطح الخارجي لغشاء الليفة العضلية سالباً، والسطح الداخلي موجباً ويرجع ذلك لزيادة نفاذية أيونات Na^+ التي تدخل بكميات كبيرة داخل غشاء الليفة العضلية مسببة انقباض العضلة.

٦- يعمل أنزيم كولين استيريز على تحطيم مادة الاستيل كولين ويحولها إلى كولين وحمض خليك لكي يتلاشى تأثير المنبه ويصبح غشاء الليفة العضلية جاهزا لإستقبال مؤثر جديد

آلية انقباض العضلة: (نظرية الخيوط المنزلقة)

- اقترح هكسلي فرضية الخيوط المنزلقة (نظرية الانزلاق) لتفسير انقباض العضلات.

س١٨- علل : تعتبر فرضية هكسلي (فرضية الخيوط المنزلقة) أدق الفروض التى تفسر الانقباض العضلي

لأن هذه الفرضية تعتمد على التركيب المجهري الدقيق لألياف العضلات التي تتكون من مجموعة لييفات (الاكتين والميوسين)

- قارن هكسلي باستخدام المجهر الالكتروني بين ليفة عضلية منقبضة وأخرى منبسطة ... واستنتج أن :
- الخيوط البروتينية (الاكتين والميوسين) تنزلق الواحدة فوق الأخرى. مما تسبب انقباض أو تقلص العضلة.
- توجد روابط مستعرضة تمتد من خيوط الميوسين وتتصل بخيوط الاكتين. هذه الروابط تتكون بمساعدة أيونات الكالسيوم.
- يحدث الانقباض العضلي عندما تعمل الروابط المستعرضة كخطاطيف تسحب خيوط الاكتين في اتجاه بعضها البعض ينتج عنها انقباض الليفة العضلية.

هذه النظرية لم تفسر آلية انقباض العضلات الملساء رغم وجود خيوط بروتينية تشبه لحد كبير خيوط الاكتين الموجودة في العضلات الهيكلية

س١٩- علل : تلعب أيونات الكالسيوم دوراً هاماً في انقباض العضلات

- تقوم أيونات الكالسيوم بتحرير النواقل العصبية (الاستيل كولين) من حويصلات التشابك عند وصول السيال العصبي إلى هذه الحويصلات
- تساعد أيونات الكالسيوم في تكوين روابط مستعرضة تمتد من خيوط الميوسين وتتصل بخيوط الاكتين حيث تعمل الروابط المستعرضة كخطاطيف تسحب خيوط الاكتين في اتجاه بعضها البعض ينتج عنها انقباض الليفة العضلية وذلك بمساعدة ATP

الوحدة التركيبية للعضلة : الليفة العضلية
الوحدة الوظيفية للعضلة : الوحدة الحركية
أصغر وحدة انقباض في العضلة : القطعة العضلية

الوحدة الحركية: (الوحدة الوظيفية للعضلة الهيكلية) : انقباض العضلات هو محصلة انقباض جميع الوحدات الحركية المؤلفة للعضلة.

تركيب الوحدة الحركية: - تتكون من مجموعة من الألياف العضلية يغذيها ليف عصبي حركى .

- عند دخول الليف العصبي الحركي إلى العضلة فإنه يتفرع إلى فروع عصبية تتصل مع عدد من الألياف العضلية يتراوح ما بين (٥ – ١٠٠) ليف عضلي.
- **الوصلة العصبية العضلية :** مكان اتصال التفرعات النهائية لكل ليف عصبي بالصفائح النهائية الحركية لليفة العضلية

إجهاد العضلة:

- يحدث إجهاد العضلة نتيجة انقباضها بصورة متتالية وسريعة وذلك لأن الدم لا يستطيع نقل الأكسجين بالسرعة الكافية ليوفر للعضلة احتياجاتها من الأكسجين لإنتاج الطاقة - لذا تلجأ العضلة إلى تحويل الجليكوجين إلى سكر جلوكوز الذي يتأكسد بالتنفس اللاهوائي لإنتاج الطاقة وينتج من ذلك تراكم حمض اللاكتيك الذي يسبب تعب العضلة وإجهادها.

الشد العضلي :

- يحدث الشد العضلى بسبب تناقص جزيئات ATP في العضلة مما يؤدى إلى عدم انفصال الروابط المستعرضة عن خيوط الاكتين فتظل مرتبطة بها وتظل العضلة في حالة انقباض مستمر
- عند الراحة تصل العضلة كمية كافية من الاكسجين وتقوم العضلة بالتنفس الهوائي وانتاج كميات كبيرة من ATP تعمل على انفصال الروابط المستعرضة عن خيوط الاكتين وانبساط العضلة وبالتالى تبدأ العضلة في الانقباض والانبساط من جديد
- يتسبب الشد العضلى الزائد عن الحد احيانا في تمزق العضلات وحدوث نزيف
- يحدث الشد العضلى ايضا بسبب تداخل الاختلالات الناتجة عن وصول نبضات عصبية غير صحيحة من المخ الى العضلات

بذل مجهود عنيف

⇩

نقص الاكسجين في العضلة

⇩

تنفس العضلة لاهوائيا

تناقص ATP	تراكم حمض اللاكتيك تناقص ATP
⇩	⇩
الشد العضلي	الإجهاد العضلي
الطاقة غير كافية لفصل الروابط المستعرضة عن خيوط الأكتين فتظل العضلة في حالة انقباض	تراكم حمض اللاكتيك وتناقص الطاقة يعوق عمل الروابط المستعرضة في سحب خيوط الأكتين